

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-274948

(P 2 0 0 2 - 2 7 4 9 4 8 A)

(43) 公開日 平成14年 9 月 25 日 (2002. 9. 25)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード	(参考)
C04B 35/565		C04B 41/87	G	4G001
35/573		C23C 16/42		4K030
35/80		H01L 21/205		5F045
41/87		C04B 35/56	101	L
C23C 16/42			101	U
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2001-84902(P 2001-84902)

(22) 出願日 平成13年 3 月 23 日 (2001. 3. 23)

(71) 出願人 000221122

東芝セラミックス株式会社
東京都新宿区西新宿七丁目 5 番 25 号

(72) 発明者 李 劍輝

山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地
東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(72) 発明者 堀内 雄史

山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地
東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(74) 代理人 100101878

弁理士 木下 茂

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体熱処理用シリコン-炭化ケイ素複合部材

(57) 【要約】

【課題】 高強度であり、かつ、反りや破損等の発生が抑制され、耐食性、耐久性、耐熱衝撃性に優れた、ダメージエハ等の半導体熱処理用に好適に用いることができるシリコン-炭化ケイ素複合部材を提供する。

【解決手段】 45重量%以上75重量%以下のシリコンと、25重量%以上55重量%以下の炭化ケイ素からなる半導体熱処理用シリコン-炭化ケイ素複合部材であって、前記炭化ケイ素が、厚さ150μm以下、かつ、長さ0.8mm以上3.5mm以下の繊維状体の集合体によって形成されていることを特徴とする半導体熱処理用シリコン-炭化ケイ素複合部材を用いる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 45重量%以上75重量%以下のシリコンと、25重量%以上55重量%以下の炭化ケイ素からなる半導体熱処理用シリコン-炭化ケイ素複合部材であって、

前記炭化ケイ素が、厚さ150 μ m以下、かつ、長さ0.8mm以上3.5mm以下の繊維状体の集合体によって形成されていることを特徴とする半導体熱処理用シリコン-炭化ケイ素複合部材。

【請求項2】 前記シリコン-炭化ケイ素複合部材は、その表面に厚さ30 μ m以上500 μ mの炭化ケイ素膜が形成されていることを特徴とする請求項1記載の半導体熱処理用シリコン-炭化ケイ素複合部材。

【請求項3】 前記シリコン-炭化ケイ素複合部材が、厚さ30 μ m以上150 μ mの炭化ケイ素膜が形成されており、かつ、全体の厚さが0.5mm以上1mm以下のダミーウエハであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の半導体熱処理用シリコン-炭化ケイ素複合部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体熱処理用シリコン-炭化ケイ素複合部材に関し、より詳細には、ダミーウエハ等に好適に用いることができる半導体熱処理用シリコン-炭化ケイ素複合部材に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、シリコンウエハ等の半導体ウエハは、熱処理炉内において、CVD法による成膜等に代表される各種の熱処理が施されている。これらの熱処理は、一般に、ウエハポート等の載置治具に被処理ウエハを載置し、加熱した熱処理炉内にこれを装入した後、さらに昇温し、キャリアガスや反応ガス等を導入して行われる。前記熱処理に用いられる熱処理炉としては、被処理ウエハを鉛直に横方向に複数並列させる横型炉と、被処理ウエハを水平に縦方向に複数並列させる縦型炉とがあり、処理条件に応じて、いずれかが選択して用いられている。

【0003】そして、いずれの熱処理炉においても、ヒータの内側に配置される炉芯管内には、被処理ウエハを積載するウエハポートが配置され、該ウエハポートの所定位置には、複数のダミーウエハが載置される。ダミーウエハは、導入されるガスが被処理ウエハに直撃しないように、ガスの流れを制御し、被処理ウエハ上に形成される膜の厚さの均一化を図るものである。さらに、前記ダミーウエハは、断熱作用およびガスの流れを制御することにより、熱処理炉内の均熱化を図るとともに、ウエハポートを熱処理炉内から出し入れする際の急激な温度変化による熱衝撃から被処理ウエハを保護する役割も果たしている。

【0004】このような熱処理炉において使用されるダ

ミーウエハ、その他ウエハポート、炉芯管等の各種半導体熱処理用部材には、一般に、シリコン材からなるもの、CVD-炭化ケイ素材のみからなるもの、または、平均粒径の異なる2種もしくは3種の炭化ケイ素粉末原料に、バインダーを添加して混練した後、造粒、成形、焼成し、溶融シリコンと反応焼結させることにより得られたシリコン-炭化ケイ素複合材の表面に、CVD-炭化ケイ素膜を形成したもの（シリコン含有率：15～20重量%）等が用いられている。

【0005】ところで、前記半導体ウエハ表面にCVD法により成膜を行う熱処理等においては、被処理ウエハに成膜する際、それと同時に、前記ダミーウエハ等の各種半導体熱処理用部材の表面にもCVD膜が形成される。そして、この処理を繰り返し行くと、前記部材の表面に形成されるCVD膜の厚さが厚くなり、前記部材と該CVD膜との熱膨張係数の差異から生じる応力により、熱処理工程中に、前記部材表面のCVD膜の剥離が発生する。この剥離したCVD膜は、パーティクルとなって熱処理炉内に飛散し、該炉内を汚染するため、歩留まりを低下させる原因となる。また、場合によっては、前記部材自体の反りや破損が生じるおそれがある。このため、前記半導体熱処理用部材は、一定時間使用した後、酸洗浄等により、表面のCVD膜を除去し、再使用される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のシリコン材からなる半導体熱処理用部材は、脆性材料であることから、機械的強度が低く、破損しやすいため、取り扱いにおいてきわめて注意を要するものであった。また、シリコン膜を形成する熱処理工程においては、該シリコン材からなる部材の表面から、シリコン膜のみを酸洗浄によって除去することは困難であり、該部材まで消耗してしまうため、該部材の寿命は短かった。

【0007】そこで、前記酸洗浄による部材の消耗を低減させるために、該部材の表面に炭化ケイ素膜を形成することも検討されているが、シリコン材からなる部材と炭化ケイ素膜の熱膨張係数の差異により、シリコン材の表面にマイクロクラック等のない均一な状態の炭化ケイ素膜を形成することは、きわめて困難であった。

【0008】一方、前記炭化ケイ素粉末を原料として得られたシリコン-炭化ケイ素複合材は、表面にCVD-炭化ケイ素膜を形成することにより、酸洗浄による部材の消耗が低減し、長寿命化を図ることができる。しかしながら、このシリコン-炭化ケイ素複合材も、炭化ケイ素を80～85重量%含むものであるため、シリコン膜を形成する熱処理工程においては、該部材とシリコン膜との熱膨張係数の差異から、シリコン膜の剥離によるパーティクルの発生の傾向が強いものであった。

【0009】また、CVD-炭化ケイ素材のみからなる部材も、前記炭化ケイ素粉末を原料として得られたシリ

コンー炭化ケイ素複合材と同様な傾向にある。しかも、該部材は、一般に、カーボン基材等の表面にCVDー炭化ケイ素膜を形成した後、前記カーボン基材を焼き抜く方法により製造されるため、カーボン基材とCVDー炭化ケイ素膜との熱膨張係数の差異により、反りや破損が生じやすく、また、大型の製品を得ることは困難であった。

【0010】そこで、本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、高強度であり、かつ、反りや破損等の発生が抑制され、耐食性、耐久性、耐熱衝撃性に優れた、ダミーウエハ等の半導体熱処理用に好適に用いることができるシリコンー炭化ケイ素複合部材を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る半導体熱処理用シリコンー炭化ケイ素複合部材は、45重量%以上75重量%以下のシリコンと、25重量%以上55重量%以下の炭化ケイ素からなる半導体熱処理用シリコンー炭化ケイ素複合部材であって、前記炭化ケイ素が、厚さ150 μ m以下、かつ、長さ0.8mm以上3.5mm以下の繊維状体の集合体によって形成されていることを特徴とする。該シリコンー炭化ケイ素複合部材によれば、半導体熱処理用として十分な機械的強度、耐熱衝撃性等を得ることができ、また、該部材の表面に、CVD法による炭化ケイ素膜を形成する場合においても、熱膨張係数の差異による該炭化ケイ素膜の剥離を防止することができる。

【0012】前記シリコンー炭化ケイ素複合部材は、その表面に厚さ30 μ m以上500 μ mの炭化ケイ素膜が形成されていることが好ましい。前記シリコンー炭化ケイ素複合部材の表面に炭化ケイ素膜を形成することにより、酸洗浄等における耐食性、耐久性、耐熱衝撃性の向上を図ることができるが、特に、炭化ケイ素膜の剥離を防止する等の観点から、上記範囲の厚さであることが好ましい。

【0013】また、前記シリコンー炭化ケイ素複合部材は、その表面に厚さ30 μ m以上150 μ mの炭化ケイ素膜が形成されており、かつ、全体の厚さが0.5mm以上1mm以下のダミーウエハであることが好ましい。このようなシリコンー炭化ケイ素複合部材は、酸洗浄等において十分な耐食性を得ることができ、また、被処理ウエハの表面にシリコン膜を形成する熱処理工程においてダミーウエハとして用いる場合にも、該ダミーウエハ表面のシリコン被が剥離することなく、繰り返し使用に耐え得るダミーウエハとして用いることができるものである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。本発明に係る半導体熱処理用シリコンー炭化ケイ素複合部材は、シリコンが45重量%以上75重量%以下のシ

リコンと、25重量%以上55重量%以下の炭化ケイ素からなるものであり、前記炭化ケイ素は、厚さ150 μ m以下、かつ、長さ0.8mm以上3.5mm以下の繊維状体の集合体によって形成されているものである。該シリコンー炭化ケイ素複合部材によれば、高強度であり、かつ、反りや破損等の発生が抑制され、耐食性および耐久性に優れた、ダミーウエハ等の半導体熱処理用に好適に用いることができるシリコンー炭化ケイ素複合部材が得られる。

【0015】上記のように、本発明に係る半導体熱処理用シリコンー炭化ケイ素複合部材は、45重量%以上75重量%以下のシリコンと、25重量%以上55重量%以下の炭化ケイ素からなるものである。シリコンの含有量が45重量%未満である場合は、該部材中の他の成分である炭化ケイ素の含有率が大きくなるため、該部材を被処理ウエハの表面にシリコン膜を形成する熱処理工程において用いる際、該部材とシリコン膜との熱膨張係数の差異が大きくなり、該部材の表面のシリコン被膜が剥離しやすく、これにより、パーティクルが発生しやすくなる。一方、シリコンの含有量が75重量%を超える場合は、該部材中の他の成分である炭化ケイ素の含有率が小さくなるため、十分な機械的強度、耐熱衝撃性等を得ることができない。該部材の表面にCVDー炭化ケイ素膜を形成する場合には、該炭化ケイ素膜との熱膨張係数の差異が大きくなり、該部材の表面の炭化ケイ素膜が剥離しやすく、これにより、後述する炭化ケイ素膜を形成した場合の効果を十分に得られず、また、パーティクルが発生しやすくなる。

【0016】なお、前記半導体熱処理用シリコンー炭化ケイ素複合部材は、シリコンおよび炭化ケイ素の含有量が上記範囲内であることが必要であるが、被処理ウエハ等の半導体に悪影響を及ぼさない範囲において、シリコンおよび炭化ケイ素以外の不可避的な不純物等が数重量%程度含まれていても差し支えない。

【0017】前記部材に含まれる炭化ケイ素は、厚さ150 μ m以下の繊維状体の集合体によって形成されているものである。繊維状の炭化ケイ素の厚さが150 μ mを超える場合、半導体熱処理用部材として用いるために十分な機械的強度を得ることが困難である。この厚さは、好ましくは、5 μ m以上150 μ mである。該炭化ケイ素は、含有量が45重量%以上75重量%以下のシリコンとの複合材として、工業的に製造する観点から好ましい範囲であり、また、厚さが5 μ m未満である場合は、十分な耐衝撃性を得ることが困難である。

【0018】また、前記炭化ケイ素は、長さ0.8mm以上3.5mm以下の繊維状体の集合体によって形成されているものである。長さが0.8mm未満である場合は、半導体熱処理用部材として用いるために十分な機械的強度を得ることが困難である。より高強度の部材を得る観点からは、1.5mm以上とすることが好ましい。

一方、長さが3.5mmを超える場合は、該部材の工業的な製造は困難となる。

【0019】本発明に係るシリコンー炭化ケイ素複合部材においては、上記のように、炭化ケイ素は繊維状体の集合体として含まれるものであるが、これは、後述する製造方法により、製紙用パルプ等のセルロース繊維を原料として、該部材を製造することによって得ることができる。

【0020】前記シリコンー炭化ケイ素複合部材は、その表面に厚さ30 μ m以上500 μ mの炭化ケイ素膜が形成されていることが好ましい。特に、酸洗浄等における耐食性、耐久性の向上を図るため、該部材の表面には、炭化ケイ素膜を形成することが好ましいが、十分な耐食性等を得る観点から、その厚さは30 μ m以上であることが好ましい。一方、該部材は、25重量%以上55重量%以下の繊維状の炭化ケイ素の集合体を含むことにより、該部材の表面に炭化ケイ素膜を強固に形成することが可能となるが、炭化ケイ素膜の厚さが500 μ mを超える場合は、剥離しやすくなる。

【0021】さらに、本発明に係る半導体熱処理用シリコンー炭化ケイ素複合部材は、その表面に厚さ30 μ m以上150 μ mの炭化ケイ素膜が形成されており、かつ、全体の厚さが0.5mm以上1mm以下のダミーウエハであることが好ましい。ダミーウエハの厚さは、被処理ウエハの厚さと同等のものであることが好ましく、通常、0.5mm以上1mm以下のものが使用される。また、ダミーウエハ表面の炭化ケイ素膜の厚さは、上記のとおり、酸洗浄等において、十分な耐食性を得る観点から、30 μ m以上であることが好ましい。一方、炭化ケイ素膜の厚さが150 μ mを超えると、該ダミーウエハを被処理ウエハの表面にシリコン膜を形成する熱処理工程において用いる際、該炭化ケイ素膜が形成されたダミーウエハとシリコン膜との熱膨張係数の差異が大きくなり、該部材の表面のシリコン膜が剥離しやすく、これにより、パーティクルが発生しやすくなる。

【0022】次に、本発明に係る半導体熱処理用シリコンー炭化ケイ素部材の製造方法について説明する。本発明に係るシリコンー炭化ケイ素部材は、一般に、きわめて高硬度であり、切削加工等が困難であるため、予め所定形状、すなわち、ダミーウエハ等の所望の半導体熱処理用部材の形状に成形しておくことが好ましい。

【0023】特に、本発明に係る半導体熱処理用シリコンー炭化ケイ素部材は、特願2000-398035に記載されている方法により製造される高純度のものであることが好ましい。すなわち、製紙パルプ用のセルロース繊維を所定形状に成形し、非酸化性雰囲気下にて500℃以上1500℃以下で加熱し、カーボン多孔質体を得た後、シリコン元素を含有する雰囲気下にてケイ化処理する方法により製造される。前記ケイ化処理は、未反応カーボンの残存量を低減させるため、熔融シリコンを

含浸させる方法、または、一酸化ケイ素ガスと反応させる方法等により行われる。

【0024】なお、前記カーボン多孔質体は、かさ密度が0.10g/cm³以上0.80g/cm³以下であることが好ましい。かさ密度が0.10g/cm³未満である場合は、カーボン多孔質体が、構造体としての強度を維持することが困難となる。一方、かさ密度が0.80g/cm³以下を超える場合は、未反応カーボンの残存量が多くなる。前記かさ密度は、より好ましくは、0.70g/cm³以下である。

【0025】また、前記炭化ケイ素膜をシリコンー炭化ケイ素複合材からなる基材の表面に形成する方法は、特に限定されるものではないが、通常、CVD法により行われる。例えば、ハロゲン化有機ケイ素化合物と水素との混合ガスを用いて、ハロゲン化有機ケイ素化合物を選別熱分解させ、生成した炭化ケイ素を前記ダミーウエハの基材上に堆積させ、薄膜を形成する方法等が挙げられる。

【0026】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づきさらに具体的に説明するが、本発明は下記の実施例により制限されるものではない。

【実施例1〜3】表1の実施例1〜3に示す繊維厚さであり、長さ3mmの製紙パルプのセルロース繊維を原料とした成形体を、窒素雰囲気下、1000℃で炭化させ、かさ密度の異なるカーボン多孔質体を得た。このカーボン多孔質体のかさ密度を水中重量法（アルキメデス法）により測定した。次に、前記カーボン多孔質体に、1600℃で熔融シリコンを含浸させ、シリコンー炭化ケイ素複合材を得た。そして、このシリコンー炭化ケイ素複合材を、直径200mm、厚さ0.5mmのダミーウエハ基材に加工した。得られたダミーウエハ基材について、シリコンと炭化ケイ素の組成重量比を化学分析により測定し、また、かさ密度と気孔率を水中重量法（アルキメデス法）により測定した。また、3点曲げ強度を測定した。これらの結果を表1に示す。

【0027】【比較例1および2】表1の比較例1および2に示す繊維厚さであり、長さ3mmの製紙パルプのセルロース繊維を原料として用い、異なるかさ密度のカーボン多孔質体を形成し、それ以外については、実施例1と同様にして、シリコンー炭化ケイ素複合材からなるダミーウエハ基材を作製し、各種測定を行った。これらの結果を表1に示す。

【0028】【比較例3】平均粒径70 μ mの炭化ケイ素粉末60重量部と平均粒径10 μ mの炭化ケイ素粉末40重量部とを混合し、これにバインダー11重量部を添加した。この混合物を混練、造粒、成形した後、1550℃で仮焼成し、さらに、1500℃で熔融シリコンを含浸させ、反応焼結させた。上記反応焼結法により得られたシリコンー炭化ケイ素複合材を、実施例1と同様

にして、ダミーウエハ基材に加工し、各種測定を行った。これらの結果を表1に示す。

【0029】【比較例4】高純度のカーボン基材表面に、1250℃で、SiCl₄ガス(1l/min)とC₂H₂ガス(1l/min)とH₂ガス(50l/min)とを用いて、厚さ800μmのCVD-炭化ケイ素膜を形成した。そして、これを酸化性雰囲気下で焼成

することにより、前記カーボン基材を焼き抜いた。上記CVD法により得られた炭化ケイ素膜を、実施例1と同様にして、ダミーウエハ基材に加工し、各種測定を行った。これらの結果を表1に示す。

【0030】

【表1】

		繊維 厚さ (μm)	カーボン多孔質体 の密度 (g/cm ³)	シリコン-炭化ケイ素複合材			
				Si:SiC (重量比)	密度 (g/cm ³)	気孔率 (%)	曲げ強度 (MPa)
実 施 例	1	15	0.372	45:55	2.747	0.10	274.2
	2	20	0.363	60:40	2.618	0.10	217.3
	3	34	0.241	75:25	2.501	0.14	185.0
比 較 例	1	27	0.529	40:60	2.780	0.25	280.4
	2	25	0.205	80:20	2.465	0.23	145.5
	3	—	—	20:80	3.02	0.06	280
	4	—	—	0:100	3.21	0	500

【0031】実施例1において得られたダミーウエハ基材について、常圧酸抽出によるフレームレス原子吸光分析法により、含まれる不純物元素の濃度を測定した。こ

の結果を表2に示す。

【0032】

【表2】

不純物元素	Fe	Ni	Cu	Na	Ca	Al	V	K	Cr
濃度(ppm)	0.22	0.02	0.01	<0.01	0.03	0.20	0.05	0.01	0.02

【0033】表2に示したように、実施例1により得られたシリコン-炭化ケイ素複合部材(ダミーウエハ基材)は、不純物元素の濃度が半導体熱処理用部材として用いることができる程度に低く、高純度であることが確認された。

【0034】なお、実施例1～3において得られたダミーウエハ基材中に残存する未反応カーボン量は、いずれも0.20重量%以下であることも確認された。未反応カーボン量を0.20重量%以下とすることによって、該シリコン-炭化ケイ素複合部材をより均一な組織とすることができるため、クラックの発生や変形をより効果的に防止することができる。

【0035】さらに、上記実施例1～3および比較例1～4において得られた各ダミーウエハ基材の表面にCVD法により、厚さ100μmの炭化ケイ素膜を形成し、厚さ0.7mmのダミーウエハを作製した。そして、これらのダミーウエハを用いて、被処理ウエハの表面に2.5μmのポリシリコン膜を形成するCVD処理工程における耐用試験を行った。前記CVD処理試験としては、まず、全長120mm、溝数172本、ピッチ間隔3.5mm、溝幅1mm、溝深さ5mmのウエハボートの上下部に各10枚のダミーウエハを載置した。また、この上下部のダミーウエハの間には、被処理ウエハであ

るシリコンウエハを載置し、このウエハボートをCVD炉内に装入した。次に、炉内にSiH₄、Cl₂ガス(2l/min)とH₂ガス(20l/min)を導入し、1000℃で60分間熱処理を行い、被処理ウエハの表面に2.5μmのポリシリコン膜を形成した。そして、上記CVD処理が1回終了する毎に被処理ウエハを交換し、上記CVD処理を繰り返し行った。

【0036】上記CVD処理工程における耐用試験の結果、実施例1～3により作製したダミーウエハは、20回目においても、ポリシリコン膜の剥離やダミーウエハ表面のCVD-炭化ケイ素膜の劣化は認められなかった。これに対して、比較例1、3、4により作製されたダミーウエハは、上記CVD処理の繰り返しにより、最大でも12回目までには、各ダミーウエハからポリシリコン膜が部分的に剥離していた。また、比較例2については、ダミーウエハ表面のCVD-炭化ケイ素膜に、部分的にマイクロクラックが発生していることが確認された。

【0037】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によれば、高純度かつ高強度のシリコン-炭化ケイ素複合部材を提供することができる。さらに、本発明に係るシリコン-炭化ケイ素複合部材は、反りや破損等の発生が抑制され、耐食

性、耐久性、耐熱衝撃性にも優れているため、ダミーウエハ、ウエハポート、炉芯管等の半導体熱処理用として

好適に用いることができる。

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H01L 21/205

識別記号

F I

テーマコード (参考)

101	X
101	Y
	C

35/80

(72) 発明者 山口 昌宏

山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地

東芝セラミックス株式会社小国製造所内

Fターム(参考) 4G001 BA60 BA62 BA86 BB22 BB60

BB62 BB86 BC11 BC33 BC46

BC47 BC54 BC72 BD04 BD13

BD37 BD38 BE32

4K030 CA01 KA46 KA47

5F045 AA03 AB03 AC05 AF19 BB15